

MOVABLE POWER SUPPLY VEHICLE

Patent Number: JP3284104
Publication date: 1991-12-13
Inventor(s): NAGASAWA MAKOTO; others: 01
Applicant(s):: FUJI ELECTRIC CO LTD
Requested Patent: ☐ JP3284104
Application Number: JP19900104848 19900420
Priority Number(s):
IPC Classification: B60L11/18 ; H01M8/00
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE:To obtain an almost pollution-free power supply vehicle which creates very low noise and little air pollution and which can be driven for a long time by a method wherein a fuel cell generator which is loaded in the cargo room of an electric vehicle is used for both the driving power supply of the electric vehicle and a movable power supply.

CONSTITUTION:A main controller 30 outputs a control signal 51C which makes a change-over switch 51 connected to a driving controller 10 or to a power conversion device 40 in accordance with an external signal 70 which instructs an operation mode. If the driving controller 10 side control signal 51C is outputted, a driving mode processing controller 80 which is contained in the main controller is operated. If the power conversion device 40 side signal 51C is outputted, a signal 40C which instructs the start of a power conversion device 40 is outputted and, at the same time, a movable power supply mode processing controller 90 is operated.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-284104

⑬ Int. Cl.⁸

B 60 L 11/18
H 01 M 8/00

職別記号

G
A

庁内整理番号

6821-5H
9062-4K

⑭ 公開 平成3年(1991)12月13日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全9頁)

⑮ 発明の名称 移動電源車

⑯ 特 願 平2-104848

⑰ 出 願 平2(1990)4月20日

優先権主張 ⑱ 平2(1990)2月22日 ⑲ 日本(JP) ⑳ 特願 平2-41965

㉑ 発 明 者 長 沢 誠 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内

㉒ 発 明 者 近 藤 一 夫 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内

㉓ 出 願 人 富士電機株式会社 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

㉔ 代 理 人 弁理士 山口 巖

明 細 書

1. 発明の名称 移動電源車

2. 特許請求の範囲

1) 電気自動車を駆動する直流電動機およびその駆動電流の制御装置と、配電盤を介して外部負荷回路に供給する電力を制御する電力変換装置とが、前記電気自動車の荷物室に前記制御装置、電力変換装置、および配電盤とともに搭載された一つの燃料電池発電装置に切換開閉器を介して接続され、前記制御装置または電力変換装置のいずれか一方を選択して電力を供給するよう形成されてなることを特徴とする移動電源車。

2) 燃料電池発電装置が燃料改質装置と、その改質ガスおよび反応空気を受けて発電する燃料電池と、この燃料電池の出力側に配された電流制御装置と、この電流制御装置の出力側に配された補助バッテリーおよび補機電源と、運転モード信号を受けて切換開閉器および電力変換器に向けて制御信号を発するとともに、運転モードに対応した前記燃料電池の出力電流制御信号を前記電流制御装

置に向けて出力する主制御装置とを備えてなることを特徴とする請求項1記載の移動電源車。

3) 主制御装置が補助バッテリーの端子電圧に対応して燃料電池の出力電力指令値を発する関数発生手段と、その出力電力指令値を出力電流設定値に変換する手段と、この出力電流設定値と出力電流実値との差に基づいて出力電流制御信号を発する電流調節手段とからなる電気自動車駆動モードの演算制御部と、電力変換器入力電力、補助バッテリー充電電力、補機電源電力の和を検知して燃料電池の総合出力を求める手段と、得られた総合出力を燃料電池の出力電流設定値に換算する手段と、この出力電流設定値と実値との差に基づいて出力電流制御信号を発する電流調節手段とからなる移動電源モードの演算制御部とを備え、運転モード信号を受けたとき前記二つの演算制御部のいずれか一方の出力電流制御信号によって前記燃料電池の出力電流を制御するよう形成されてなることを特徴とする請求項1または請求項2記載の移動電源車。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は、工事を行う場所に自力走行して停車し、工事用電気機器に電力を供給する移動電源車、ことに燃料電池を電源とする工事用電源車に関する。

〔従来の技術〕

道路工事や河川の改修工事などその工事区域が広い範囲にわたったり、あるいは個々に工事場所が移動する場合、配電系統に接続された仮設電源を設置する手続やその設置工事が煩雑であるために移動電源車が用いられる。また、配電系統に停電事故があり、その地域の病院などに緊急に電力を供給する必要がある場合にも移動電源車が利用される。さらに、集魚灯電源を搭載したいか釣り船なども広義の移動電源車（船）に含まれる。

この種の移動電源車としては従来、工事用のエンジン発電機をトラックに積載して運搬するもの、あるいは非自走式の車両に搭載したエンジン発電機を自動車輦でけん引して現場に搬送するものな

- 3 -

の移動電源車を得ることにある。

〔課題を解決するための手段〕

上記課題を解決するために、この発明によれば、電気自動車を駆動する直流電動機およびその駆動電流の制御装置と、配電盤を介して外部負荷回路に供給する電力を制御する電力変換装置とが、前記電気自動車の荷物室に前記制御装置、電力変換装置、および配電盤とともに積載された一つの燃料電池発電装置に切換開閉器を介して接続され、前記制御装置または電力変換装置のいずれか一方を選択して電力を供給するよう形成されてなるものとし、具体的には燃料電池発電装置が燃料改質装置と、その改質ガスおよび反応空気を受けて発電する燃料電池と、この燃料電池の出力側に配された電流制御装置と、この電流制御装置の出力側に配された補助バッテリーおよび補機電源と、運転モード信号を受けて切換開閉器および電力変換器に向けて制御信号を発するとともに、運転モードに対応した前記燃料電池の出力電流制御信号を前記電流制御装置に向けて出力する主制御装置と

- 5 -

どが知られている。

〔発明が解決しようとする課題〕

従来の移動電源車はディゼルエンジンやガソリンエンジンを用いて発電機を駆動しているために高いレベルの騒音を発生するとともに、汚れた排気ガスを放出する。したがって、市街地の工事場所や病院など騒音や大気汚染がことに問題となる地域で電力を供給する場合には、公害防止の面から移動電源車の使用が著しく制約され、ことに夜間の工事などはほとんどできないのが実情である。また、自動車輦に電気自動車を用い、その駆動用バッテリーを移動用電源に兼用すれば、騒音問題および排ガス問題を一挙に解決できる可能性があるが、一回の充電で電気自動車が自走できる距離が短かいのが現状であり、このバッテリーを移動電源に兼用する点についてはその有用性すら認められていない。

この発明の目的は、一つの電源装置を自動車輦の駆動電源および移動電源に兼用して長時間連続運転でき、かつ低騒音で大気汚染の少ない低公害形

- 4 -

を備えてなるものとするとともに、その主制御部を主制御装置が補助バッテリーの端子電圧に対応して燃料電池の出力電力指令値を発する関数発生手段と、その出力電力指令値を出力電流設定値に変換する手段と、この出力電流設定値と出力電流実測値との差に基づいて出力電流制御信号を発する電流調節手段とからなる電気自動車駆動モードの演算制御部と、電力変換器入力電力、補助バッテリー充電電力、補機電源電力の和を検知して燃料電池の総合出力を求める手段と、得られた総合出力を燃料電池の出力電流設定値に換算する手段と、この出力電流設定値と実測値との差に基づいて出力電流制御信号を発する電流調節手段とからなる移動電源モードの演算制御部とを備え、運転モード信号を受けたとき前記二つの演算制御部のいずれか一方の出力電流制御信号によって前記燃料電池の出力電流を制御するよう形成されてなるものとする。

〔作用〕

この発明の構成によれば、電気自動車の荷物室

- 6 -

に積載した燃料電池発電装置を、電気自動車の駆動用電源および移動電源に兼用し、走行時には電気自動車の直流電動機に制御装置を介して電力を供給し、工事場所等に停車した状態では電力変換器で例えば交流に変換した電力を配電盤を介して外部負荷回路に供給するよう構成したことにより、燃料電池を例えばアルコール系原料を水素リッチな燃料ガスに改質する燃料改質装置を有する燃料電池発電装置とすることにより、外部負荷に見合った容量の燃料電池をその重量に見合った積載荷重の電気自動車に搭載して走行することが可能になり、かつ液体原料とすることによって走行距離を延長する機能と、外部負荷に長時間連続して電力を供給できる機能とが同時に得られるとともに、燃料電池および電気自動車の低騒音、低ノックス性に基づいて低公害化した移動電源車を得ることができる。また、アルコール系の液体燃料を改質器の補助燃料とすれば、起動時間の短縮や低ノックス化が可能であり、さらに燃料ガスタンクを設けることにより、電気自動車に要求される加速性

- 7 -

を総合的に判断して燃料電池および燃料改質系を最適制御できる機能が得られる。

【実施例】

以下この発明を実施例に基づいて説明する。

第1図はこの発明の実施例になる移動電源車の模式化した側面図であり、電気自動車1は直流電動機2、変速装置3、および走行装置4や図示しない操縦装置、制動装置などを備え、その荷物室6内には燃料電池発電装置20とその制御装置30、燃料電池の出力電力を制御して直流電動機2に供給する制御部10、燃料電池の出力電力を例えば交流電力に変換する電力変換器40、交流電力を外部負荷回路に分配して供給する配電盤50などを積載する。

第2図は実施例になる移動電源車のシステム構成図であり、外部負荷60に交流電力を供給する場合を例に示したものである。図において、燃料電池発電装置20は例えば現在技術開発が最も進んでいるりん酸型燃料電池21と、メタノールを改質原料とする燃料改質器22とを組み合わせた

- 9 -

能と、移動電源に要求される負荷変動に対する安定性とを同時に満たす電源装置が得られる。

一方、燃料電池発電装置に電流制御装置とその電流設定値を決める主制御装置を設け、運転モードを指令する信号を受けた主制御装置が切換開閉器および電力変換器を切換制御するとともに、補助バッテリーの端子電圧に基づいて燃料電池の出力電流を設定する電気自動車駆動モードの演算制御部と、外部負荷電力、補機電力、およびバッテリー充電電力を併せた総合負荷電力の検知信号に基づいて燃料電池の出力電流を設定する移動電源モードの演算制御部とのいずれかを選択して電流設定器の出力電流を制御するよう構成したことにより、道路状況や操縦者の意思により駆動電力が大幅に変化する電気自動車駆動モードでは、補助バッテリーの電圧降下を監視して燃料電池の発電電力が大きめに制御されるので、負荷応答性の遅い燃料電池発電装置の特性をカバーして加速性のよい走行性能を保持できるとともに、負荷変動が比較的ゆるやかな移動電源モードでは、負荷電力

- 8 -

構成が用いられる。すなわち、電気自動車1の荷物室の床下に設けられたメタノールタンク23からポンプ26Pによって改質器22のバーナ26に送られたメタノールは支燃空気ブロワ26Bから送られる空気と混合して燃焼し、改質器22をその改質温度(200℃ないし300℃程度)に予熱する。一方原料ポンプ23Pで気化器24に向けて送られるメタノールには水槽25からポンプ25Pで送られる純水が所定量混合され、気化器24で気化した原料ガスが改質器22内の改質管で水蒸気改質触媒と接触し、水素リッチな燃料ガスに変換される。生成した燃料ガスは荷物室の床下などに配された燃料ガスタンク27に所定時間運転可能な量蓄積され、弁V₁を介してりん酸形燃料電池21の燃料極に供給される。りん酸を保持するマトリックスを介して燃料極に対向した空気極には反応空気ブロワ28から反応空気が送られ、水素と酸素が電極触媒の存在下で直接反応することにより発電が行われる。なお、発電反応によって燃料電池21に生ずる反応熱は冷却空気

- 10 -

ブロワ 29 によつて冷却され、燃料電池温度が約 190℃に保持される。また、空気極に生じた生成水を含む高温の排空気は気化器 24 に送られて原料の気化に利用され、冷却されることによつて生じた水は気水分離器 25 に集められて改質原料として利用される。さらに、燃料極のオフガスは弁 V₂ を介してバーナ 26 に送られてオフガス中の水素が燃焼し、吸熱反応である改質反応に必要な反応熱を供給する。

また、燃料電池発電装置 20 は発電電力の出力側に電流制御装置 31 と補助バッテリー 35、および図では省略した補機電源と、システム全体をコントロールする主制御装置 30 を備えており、電流制御装置 31 の出力側は切換開閉器 51 を介して電気自動車 1 の駆動制御部 10 側と、外部負荷 60 に電力を供給する電力変換装置 40 側とに振り分けられる。電気自動車 1 の直流電動機 2 が分巻電動機である場合、制御部 10 は電機子チョップ 12 と界磁チョップ 13 とで構成され、分巻弱め界磁方式の速度制御を行うことにより、小容

-11-

量の界磁チョップにより高率の高い制御を連続して行うことができる。なお直巻電動機を用いて弱め界磁方式の制御を行うよう構成してもよく、この場合は主回路チョップの他に弱め界磁制御抵抗および切換コンタクトを必要とする。なお、電機子チョップ 12 および界磁チョップ 13 は電気自動車 1 のアクセルペダルに連動したアクセレータ 5 の出力指令信号によつて制御され、分巻電動機 2 の駆動トルク・回転数特性が操縦者の意思を反映して変化する。

また、移動電源の負荷が交流電力を要求する場合、電力変換装置 40 はチョップ 42 で制御されるインバータ 43 で構成され、インバータ 43 の出力交流電圧は配電盤 50 内に設けられた変圧器 52 で所望の電圧に調整され、主電磁接触器 53 を介して複数の電磁接触器 54 に分岐され、外部負荷 60 に電力を供給する。なお、燃料電池 21 の容量は外部負荷 60 に供給する電力と、電気自動車の駆動電力の双方を勘案して決めることになるが、燃料電池発電装置を駆動と移動

セルペダル 5 A の指令信号 5 C をアクセレータ 5 が受けて発する電流指令 10 A によつて直流モータ 2 に供給する電流が操縦者の意思を反映して制御される。

-12-

第三図は実施例における制御系統を具体的に示す接続図である。図において、燃料電池 21 の出力側には電圧検出器 35 F および電流検出器 36 F が設けられ、その検出信号 V_{fd} および I_{fd} は主制御装置 30 に入力される。また、電流制御装置 31 の出力側には補助バッテリー 33 の電圧検出器 35 B および補機電源 32 の入力電流検出器 36 B が設けられ、それぞれの検出信号 V_b および I_b は主制御部 30 に入力される。さらに、電力変換装置 40 の出力側には負荷電圧の検出器 35 L および負荷電流の検出器 36 L が設けられ、それぞれの検出信号 V_l および I_l も主制御装置 30 に入力される。また、駆動制御部 10 はアク

-13-

セルペダル 5 A の指令信号 5 C をアクセレータ 5 が受けて発する電流指令 10 A によつて直流モータ 2 に供給する電流が操縦者の意思を反映して制御される。

一方、主制御装置 30 は、燃料電池発電装置の各種モータや弁などの駆動を指令する機能と、燃料電池の出力電流を、電気自動車の駆動モードおよび移動電源モードとに対応して制御する機能とを備えている。補機の制御に関しては公知の制御方式と変るところがないので、以下二つの駆動モードについて説明する。主制御部 30 は、運転モードを指令する外部信号 70 を受けて切換開閉器 51 を駆動制御部 10 側または電力変換装置 40 側のいずれかに接続する制御信号 51 C を出力するとともに、前者の場合には主制御装置に内包された駆動モードの演算制御部 80 が稼動し、後者の場合には電力変換装置 40 の始動を指令する信号 40 C を出力するとともに、内包された移動電源モードの演算制御部 90 が稼動するよう構成される。

-14-

第4図は実施例における駆動モードの演算制御部80の機能を示す構成図であり、補助バッテリー33の端子電圧検出器35Bの検出電圧 V_b を受けた関数発生器81は、電圧 V_b 値によってあらかじめ決まる燃料電池の出力電力の設定値 P_f を出力する。82は出力電力の設定値 P_f を出力電流設定値 I_{fs} に変換する電力-電流変換手段であり、電圧検出器35Fの検出電圧 V_{fd} の反転要素82Aと、掛算要素32bとで構成され、掛算要素82bで電力設定値 P_f と $1/V_{fd}$ との積としての電流設定値 I_{fs} が求められる。補正手段84は燃料改質装置の負荷応答性を補償するために設けられ、補正された電流設定値 I_{fs} は電流調節手段85に送られる。電流調節手段85は減算要素85Aと電流調節部要素85Bで構成され、減算要素85Aで電流設定値 I_{fs} と電流検出器36Fで検出された燃料電池出力電流の検出値(実際値) I_{fd} との差が求められ、この差分に基づいて電流調節要素85Bが上記差分を縮める電流制御信号 I_F を電流制御装置31に向けて

-15-

95とに大別される。総合出力の演算手段は、負荷電圧の検出器35Lおよび負荷電流の検出器36Lの検出信号 V_L 、 I_L の積から負荷電力 P_L を求める掛算要素91Lと、得られた P_L 値に電力変換装置40の変換効率の逆数 $1/K_L$ を乗じて電力変換装置40の入力電力 P_{L1} を求める乗算要素91LEと、補助バッテリー33の端子電圧検出器35bの検出信号 V_b を受けて充電電力 P_b を算出する関数発生要素91Bと、検出電圧 V_b と補機電源32の入力電流検出値 I_b とから補機電力 P_b を求める乗算要素91Sと、 $P_b + P_{L1}$ を算出する加算要素91BSと、総合出力 $P_t = (P_b + P_{L1})$ を求める加算要素91Tと、得られた総合出力 P_t に電流制御装置31の効率の逆数 $1/K_C$ を乗じて電流制御装置の入力電力(燃料電池の出力電力)設定値 P_{fo} を算出する乗算要素91TEとで構成される。

出力電流設定値の演算手段92は、燃料電池の出力電圧の検出器35Fの検出電圧(実際値)の逆数を反転要素92VFで求め、乗算要素92I

-17-

出力する。

駆動モードの演算制御部を上述のように構成したことにより、変動の大きい電気自動車の負荷変動を補助バッテリーの消耗に基づく電圧降下によって早期に検出し、これを補償するに足る多めの出力電流を燃料電池が出力するので、燃料改質装置の負荷追従性の遅れを補償して加速性のよい駆動制御を行うことができる。

なお、駆動モードの演算制御部80はアナログ回路で構成してもよく、またディジタル回路で構成する場合には演算プログラムをあらかじめ主制御装置30内のROMに記憶させるよう構成してもよい。

第5図は実施例における移動電源モードの演算制御部90の機能を示す構成図であり、演算制御部90は大別して燃料電池21の総合出力の演算手段91と、得られた総合出力から出力電流設定値を求める出力電流設定値の演算手段92と、出力電流設定値と実際値を比較して電流制御信号を電流制御装置31に向けて出力する電流調節手段

-16-

で燃料電池の出力電力設定値 P_{fo} との積としての出力電流設定値 I_{fo} を求め、関数発生要素92IEで燃料改質系の応答遅れを補償した電流設定値 I_{fs} に変換して出力する。

電流調節手段95は、減算要素93で電流設定値 I_{fs} と電流検出器36Fの検出電流実際値 I_{fd} との差を求め、電流調節要素94が差電流 $I_{fs} - I_{fd}$ を零に近づけるような電流制御信号 I_F を求め、電流制御装置31に向けて出力することにより、燃料電池発電装置は、外部負荷60、補機電源32、および補助バッテリー33が要求する電流の総量に基づいてその出力電流が最適制御され、したがって高い総合効率を保持して外部負荷に安定して電力を供給することができる。なお、移動電源モードの演算制御部90も駆動モードの演算制御部80と同様にアナログ回路で構成してもよく、またディジタル回路で構成してもよい。

〔発明の効果〕

この発明は前述のように、電気自動車の荷物室

-18-

に積載した燃料電池発電装置を電気自動車の駆動電源および移動電源に兼用するよう構成した。その結果、排気ガスのクリーン度が高くかつ静止器である燃料電池を用いたことにより、エンジン発電機を用いた従来の移動電源車で問題となった騒音公害や大気汚染問題が排除され、したがって市街地で昼夜の別なく使用できる移動電源車を提供することができる。また、燃料電池を電気自動車の駆動電源と移動電源とに兼用して荷物室に積載したことにより、現状では高価な燃料電池の稼働率が向上するとともに、移動電源として必要な容量の燃料電池を搭載でき、かつ積載重量に対応して大きくなる電気自動車の駆動電動機に必要な電力を供給できる利点が得られる。さらに、燃料電池にメタノール改質装置を組み合わせて電源装置とすれば、改質装置を小型に形成でき、かつ排気のクリーン度を一層改善できる多量の液体原料を安全に積載できるので、バッテリー式の従来の電気自動車における走行距離の制約を回避でき、かつ外部負荷への電力の供給を連続的に安定して

-19-

て燃料電池の出力電流を多めに制御できるので、操縦者の意思を反映して加速性のよい電流制御を行うことができ、したがって負荷応答性の遅い燃料改質系の特性を燃料ガスタンクのバックアップ機能と併せて改善し、市街地走行性能の高い移動電源車を提供することができる。また負荷変動が比較的少ない移動電源モードにおいては、負荷が要求する電力を総合的に判断して燃料電池の最適制御を行うことができるので、発電効率の高い燃料電池の運転制御と、これに基づく運転コストの低減効果が得られる。

なお、この発明の移動電源車は、電気自動車を例えばモーター駆動される船舶に置き換えることも可能であり、例えば集魚灯を有する漁船などにおいて燃料電池発電装置を船の推進と集魚灯電源とに兼用することにより、前述したと同様の効果が得られるとともに、エンジン推進装置と集魚灯用のエンジン発電機とを積載した例えばいか釣り漁船に比べて低騒音化できるので、高い集魚効果を期待することができる。

-21-

行える利点が得られる。さらにまた、改質器で生成した燃料ガスを燃料ガスタンクに所定量蓄積するよう構成すれば、起動、停止を頻繁に繰り返すために変動の大きい電気自動車の消費電力を燃料ガスタンクの蓄積ガスを放出することによって遅滞なく供給することが可能になるので、燃料電池に比べて負荷応答性の遅い燃料改質装置に拘束されることなく、操縦者の意思を反映した電気自動車の走行制御を行える利点が得られる。

一方、燃料電池の出力側に電流制御装置および補助バッテリーを設け、かつ駆動モードと移動電源モードの切換を主制御装置によって行うとともに、主制御装置に補助バッテリーの端子電圧を基準として電流制御装置の出力電流を制御する駆動モードの演算制御部と、総合的な負荷電流に基づいて電流制御装置の出力電流を制御する移動電源モードの演算制御部とを設けるよう構成した。その結果、負荷変動の大きい電気自動車の駆動モードにおいては、負荷変動を補助バッテリーの電圧降下によって早期に検知して電圧降下に逆比例し

-20-

4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の実施例になる移動電源車を模式化して示す側面図、第2図は実施例になる移動電源車のシステム構成図、第3図は実施例における制御系統を具体的に示す構成図、第4図は実施例における駆動モードの演算制御部の機能を示す接続図、第5図は実施例における移動電源モードの演算制御部の機能を示す接続図である。

1…電気自動車、2…直流電動機、3…変速装置、4…走行装置、5…アクセレータ、6…荷物室、10…制御部、12…電機子チョップ、13…界磁チョップ、20…燃料電池発電装置、21…燃料電池、22…改質器、23…メタノールタンク、24…気化器、25…気水分離器、26…バーナ、27…燃料ガスタンク、26B、28、29…ブロワ、23P、25P、26P…ポンプ、30…制御装置、31…電流制御装置、33…補助バッテリー、32…補機電源、40…電力変換装置、42…チョップ、43…インバータ、50…配電盤、51…切換開閉器、35P、35B、

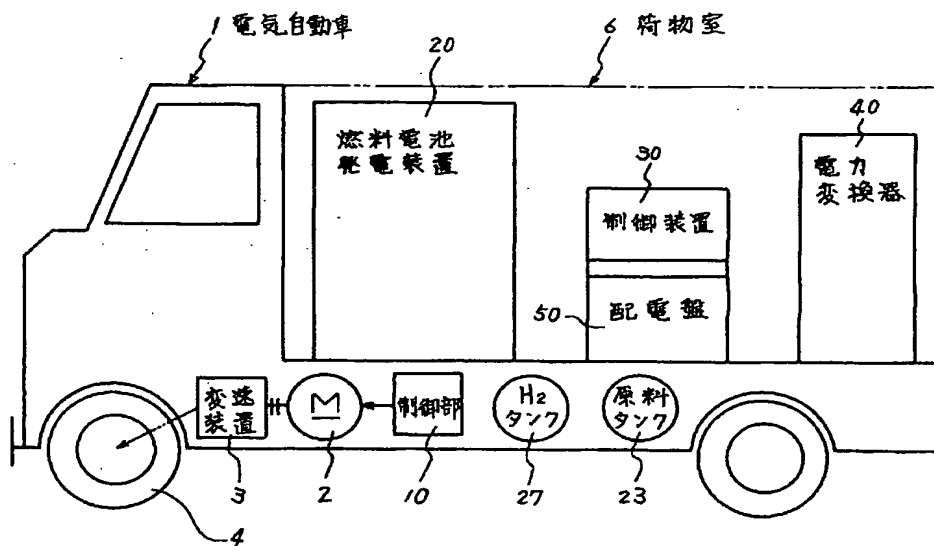
-22-

35L…電圧検出器、36F, 36S, 36L…
電流検出器、70…運転モードの外部指令信号、
40C, 51C…切換制御信号、80…駆動モード
の演算制御部、81…関数発生手段、82…電力
電流変換手段、85, 95…電流調節手段、9
0…移動電源モードの演算制御部、91…総合出力
演算手段、92…出力電流設定値の演算手段、
If…電流制御信号。

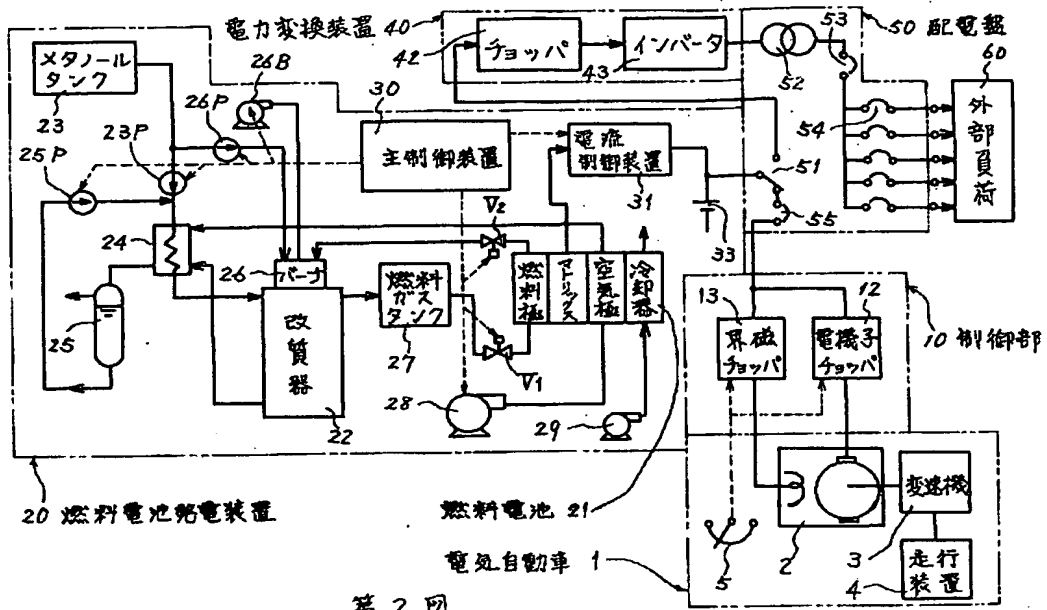
代理人弁護士 山口 巖



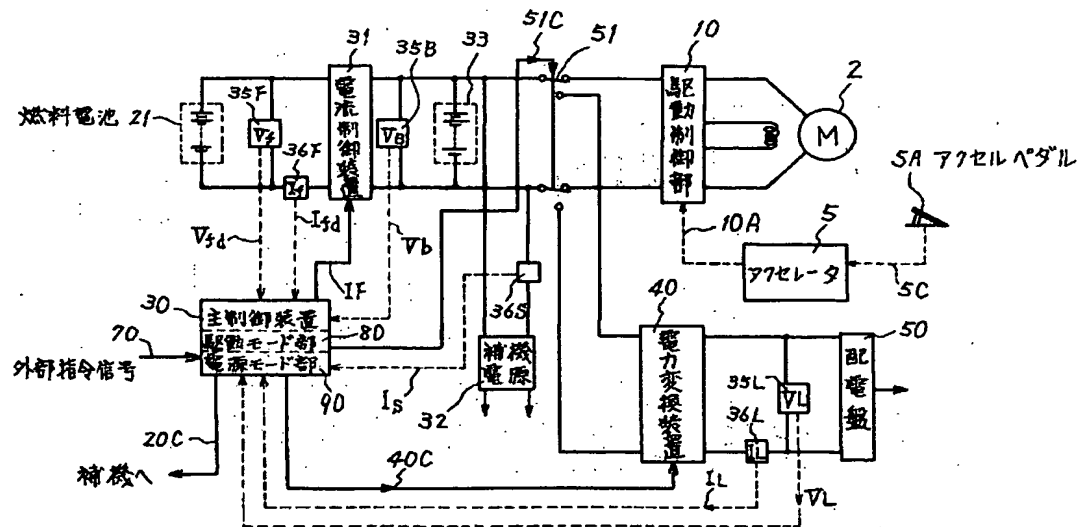
-23-



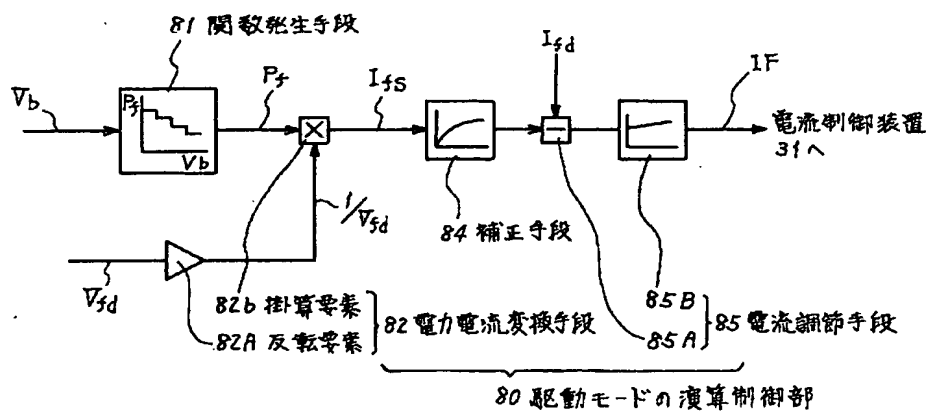
第1図



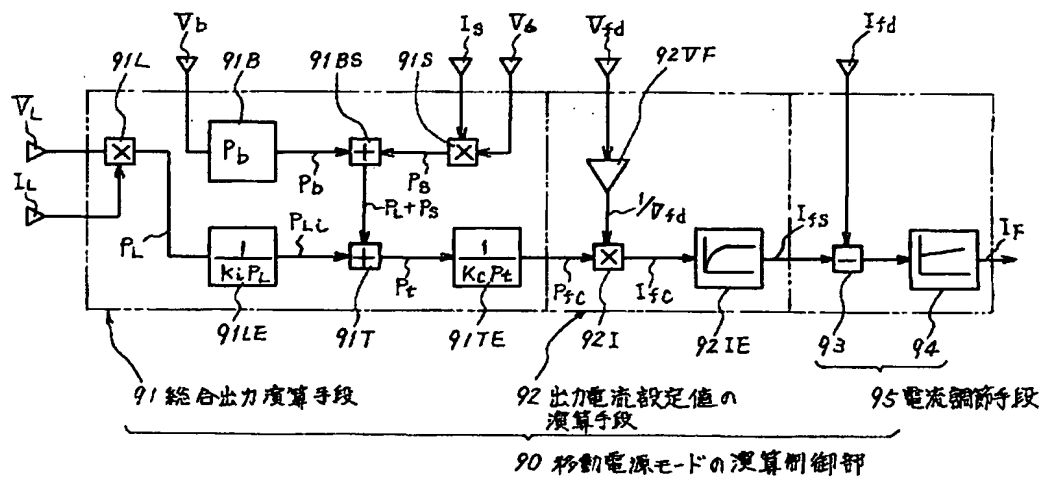
第 2 図



第 3 図



第 4 図



第 5 図